

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0011125
Application Number

출원년월일 : 2003년 02월 21일
Date of Application
FEB 21, 2003

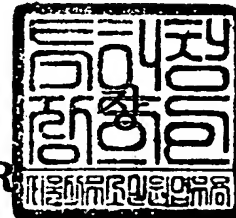
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 05 월 26 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.02.21
【발명의 명칭】	무선통신시스템 및 그 무선통신방법
【발명의 영문명칭】	Wireless communication system and a method using the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	정홍식
【대리인코드】	9-1998-000543-3
【포괄위임등록번호】	2003-002208-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김용석
【성명의 영문표기】	KIM, YONG SUK
【주민등록번호】	670215-1009712
【우편번호】	302-724
【주소】	대전광역시 서구 관저동 대자연마을아파트 108동 1006호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤원용
【성명의 영문표기】	YOON, WON YONG
【주민등록번호】	710907-1120016
【우편번호】	449-712
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 삼성종합기술원 기숙사 A동 301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이태진
【성명의 영문표기】	LEE, TAE JIN
【주민등록번호】	660704-1057711

【우편번호】	440-709
【주소】	경기도 수원시 장안구 조원동 881번지 한일타운 148-901
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	엄두섭
【성명의 영문표기】	EOM,D00 SEOP
【주민등록번호】	640809-1408115
【우편번호】	136-075
【주소】	서울특별시 성북구 성북동 안암동5가 1 고려대학교 전자공학과
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	주양익
【성명의 영문표기】	J00,YANG ICK
【주민등록번호】	760228-1119815
【우편번호】	136-075
【주소】	서울특별시 성북구 성북동 안암동5가 1 고려대학교 전자공학과
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	차균현
【성명의 영문표기】	TCHAH,KYUN HYON
【주민등록번호】	390326-1063412
【우편번호】	136-075
【주소】	서울특별시 성북구 성북동 안암동5가 1 고려대학교 전자공학과
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오종수
【성명의 영문표기】	OH,JONG S00
【주민등록번호】	150711-1226215
【우편번호】	136-075



【주소】 서울특별시 성북구 성북동 안암동5가 1 고려대학교 전자공학과

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 정홍식 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	12 면	12,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	16 항	621,000 원
【합계】		662,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

무선 통신 시스템은, 복수의 외부기기와 송수신할 소정단위의 데이터 개수를 복수의 외부기기 별로 검색하고, 검색된 데이터 개수에 대응하여 복수의 외부기기 별로 클래스 파라미터를 결정하는 큐상태 검색부와, 복수의 외부기기와 송수신하는 통신기회의 양보여부에 따라 복수의 외부기기 별로 양보횟수를 카운팅하여 복수의 외부기기 별로 지연 파라미터를 결정하는 카운터와, 클래스 파라미터와 지연 파라미터를 이용하여 복수의 외부기기 별로 우선순위값을 산출하고, 우선순위값에 기초하여 복수의 외부기기 중 우선순위 외부기기를 결정하는 통신순위 결정부, 및 결정된 우선순위 외부기기와 데이터를 송수신하도록 통신을 개시하는 통신 개시부를 갖는다. 따라서, 수율 및 형평성 측면을 동시에 고려하는 전송방식을 얻을 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

라운드 로빈, 큐 상태 기반 스케줄링, 카운터, 우선순위, 수율, 형평성

【명세서】

【발명의 명칭】

무선통신시스템 및 그 무선통신방법{Wireless communication system and a method using the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 라운드 로빈 방식에 대한 개념도,
 도 2는 큐 상태 기반 스케줄링 방식에 대한 개념도,
 도 3은 표준적인 패킷형태를 도시한 도,
 도 4는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템에 대한 개략적인 블록도,
 도 5는 도 4에 적용된 통신방식을 설명하기 위한 개념도,
 도 6은 본 발명에 따른 무선 통신 방법에 대한 흐름도,
 도 7a 및 도 7b는 클래스의 변화가 큰 경우에 대한 수율 및 분산에 대한 시뮬레이션 결과도, 그리고

도 8a 및 도 8b는 클래스의 변화가 작은 경우에 대한 수율 및 분산에 대한 시뮬레이션 결과도이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

40a : 마스터 40b, 40c, 40d : 슬레이브1,2,3

41 : 큐상태 검색부 43 : 카운터

45 : 통신순위 결정부 47 : 비교부

49 : 통신개시부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 근거리 무선 통신 시스템 및 그 통신 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 하나의 무선 통신 기기가 복수의 무선 통신 기기와 데이터를 송수신하는 경우에 각 무선 통신 기기간의 고전송률(throughput) 및 형평성을 동시에 보장할 수 있는 무선 통신 시스템 및 그 통신 방법에 관한 것이다.
- <15> 근거리 무선 통신 시스템으로는 블루투스(Bluetooth) 시스템이 일반적이다. 블루투스는 전기통신, 네트워킹, 컴퓨팅, 소비재 부문 전반에 걸친 무선 데이터 통신기술의 코드명이다. 블루투스 기술은 근거리 내에서 하나의 무선 연결을 통해서 장치간에 필요한 여러 케이블 연결을 대신하게 해준다.
- <16> 블루투스와 같은 근거리 무선 통신 시스템은 마스터와 슬레이브 간에 기본적으로는 1호핑 슬롯($625\mu s = 1/1600$ 초)을 단위로 하여 시분할방식(TDD : Time Division Duplex)에 의해 양방향 통신을 수행한다.
- <17> 종래의 근거리 무선 통신 시스템에서 사용하는 TDD 폴링 방식으로는 라운드-로빈(round-robin polling)방식 및 큐 상태 기반 스케줄링 방식을 사용한다.
- <18> 도 1은 라운드 로빈 방식을 보여주는 도면으로서, 하나의 마스터와 세개의 슬레이브 간의 데이터를 라운드 로빈 방식으로 전송하는 것을 예로서 설명한다. 라운드 로빈 방식은, 마스터가 슬레이브를 폴링하는 경우에 폴링을 받은 슬레이브만이 마스터에 데이터를 전송할 수 있도록 하는 방법이다. 즉, 마스터는 짝수번째 슬롯에서 데이터의 전송

이 가능하며, 슬레이브는 마스터로부터 폴링을 받은 경우에만 인접한 홀수번째 슬롯에서 데이터의 전송이 가능하다. 그 외의 다른 슬레이브들은 해당 슬롯에서 데이터를 전송하는 것이 금지된다. 이 경우, 마스터는 각각의 슬레이브1, 슬레이브2, 및 슬레이브3을 순차적으로 폴링하며, 마스터의 폴링에 의해 각각의 마스터-슬레이브의 쌍은 전체 전송률의 1/3에 해당하는 비율로 데이터를 송수신할 수 있게 된다.

<19> 이와 같은, 라운드 로빈 방식은, 마스터와 슬레이브 쌍에 할당되는 전송률이 동일하다. 그러나, 응용 서비스의 종류에 따라 다른 서비스에 비해 보낼 데이터의 양이 많거나 적게 된다. 이 경우에는 모든 서비스 종류에 같은 전송률을 할당하면 전송 효율이 낮아지게 된다. 즉, 많은 데이터를 보내야 하는 서비스에 필요 전송률보다 적은 전송율을 할당하거나, 반대로 데이터의 양이 적은 경우에 필요 전송률 이상이 할당될 수 있다. 그러므로 보낼 데이터가 없는 경우에도 POLL=NULL 패킷으로 인한 슬롯의 낭비가 발생하는 문제점이 있다.

<20> 한편, 마스터와 슬레이브 쌍의 링크 사용정도에 따라 클래스를 나누고 이에 대한 우선순위를 주어 우선순위에 따라 폴링하는 큐 상태 기반 스케줄링 방식이 있다.

<21> 도 2은 큐 상태 기반 스케줄링 방식을 보여주는 도면이다. 도면을 참조하면, 큐 (Queue) 상태 스케줄링 방식은, 패킷의 페이로드 헤더의 여유비트(reserved bit)를 이용하여 마스터와 슬레이브 쌍의 큐 상태 정보를 교환하고, 이를 바탕으로 각 마스터와 슬레이브 쌍의 링크 사용정보(link utilization)에 따라 클래스를 나눈다.

다. 도 2를 참조하면, 마스터와 슬레이브1 쌍은 마스터가 슬레이브1에 보내려고 하는 패킷의 개수는 3이며 슬레이브1이 마스터에 보내려는 패킷의 개수는 1인 경우를 클래스 100%로 한다. 이와 같은 방식으로 마스터와 슬레이브2 쌍과 같이 주고받을 패킷 개수가 3인 경우를 클래스 75%로 하고, 마스터와 슬레이브 3쌍과 같이 주고받을 패킷 개수가 1인 경우를 클래스 25%로 클래스를 나눈다.

<22> 이러한 방식으로 결정된 클래스를 바탕으로 각 마스터와 슬레이브 쌍에 우선순위를 부여한다. 즉, 우선순위는 마스터와 슬레이브1, 마스터와 슬레이브2, 및 마스터와 슬레이브3 으로 부여된다.

<23> 이 우선순위를 기반으로 데이터 전송 기회를 양보하거나 양보받은 횟수는 별도의 카운터를 두어 반영하여 최대로 서비스 기회를 양보 받은 마스터와 슬레이브 쌍과 최대로 서비스 기회를 양보한 마스터와 슬레이브 쌍의 카운터 값의 차를 특정값(K)으로 제한하여 형평성을 보장하는 방식이다.

<24> 그러나, 큐 상태 기반 스케줄링 방식은, 우선순위를 통해 수율을 최대화하면서 각 마스터와 슬레이브 쌍들 사이의 서비스 기회에 대한 적절한 형평성을 유지할 수 있는 장점이 있기는 하지만 가장 서비스 기회를 많이 가진 쌍과 가장 작은 횟수의 서비스 기회를 가진 쌍의 카운터 값의 비교에 의해 그 차이가 크면 더 이상의 우선순위를 통한 효율적인 스케줄링이 제한되며(즉, 한번 K값에 도달하면 이후의 동작은 라운드 로빈 방식으로 동작), 데이터 트래픽 특성이 정적(static)인지 동적(dynamic)인지에 따라 K 값에 도달한 이후의 성능이 일정하지 않은 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 하나의 무선통신기가 복수의 외부기기와 데이터를 송수신하는 경우, 송수신되는 데이터의 큐 상태에 따라 통신기기 간의 통신순위를 변경시킴으로써 무선통신의 전송효율을 높일 수 있는 무선통신시스템 및 그 통신방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<26> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 무선 통신 시스템은, 복수의 외부기와 송수신할 소정단위의 데이터 개수를 상기 복수의 외부기기 별로 검색하고, 검색된 상기 데이터 개수에 대응하여 상기 복수의 외부기기 별로 클래스 파라미터를 결정하는 큐상태 검색부와, 상기 복수의 외부기기와 송수신하는 통신기회의 양보여부에 따라 상기 복수의 외부기기 별로 양보횟수를 카운팅하여 상기 복수의 외부기기 별로 지연 파라미터를 결정하는 카운터와, 상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 복수의 외부기기 별로 우선순위값을 산출하고, 상기 우선순위값에 기초하여 상기 복수의 외부기기 중 우선순위 외부기기를 결정하는 통신순위 결정부, 및 결정된 상기 우선순위 외부기기와 상기 데이터를 송수신하도록 통신을 개시하는 통신 개시부를 갖는다.

<27> 상기 통신순위 결정부는, 다음의 식에 의해 상기 우선순위값을 산출한다. 여기서, α 는 가중치이다.

<28>
$$P = \alpha T + (1 - \alpha) D$$

<29> 송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제1외부기기의 우선순위값과 상기 복수의 외부기기의 우선순위값 중 최대 우선순위값을 비교하는 비교부를 가지며, 상기 제1외부기기

의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 보다 작을 경우, 상기 통신순위 결정부는 상기 최대 우선순위값을 가지는 상기 제2외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고, 상기 통신 개시부는 상기 제2외부기기와 통신을 개시한다.

<30> 상기 제2외부기기와 통신이 개시되는 경우, 상기 큐상태 검색부는 상기 제2외부기와 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제2외부기기의 클래스 파라미터를 변경하며, 상기 카운터는 상기 제2외부기기의 양보횟수를 감소시키고, 상기 제1외부기의 양보횟수를 증가시켜 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기 각각의 지연 파라미터를 변경한다.

<31> 이에 의해 상기 통신순위 결정부는 변경된 상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기의 상기 우선순위값을 각각 업데이트한다.

<32> 상기 비교부의 비교결과, 송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제3외부기기의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 이상인 경우, 상기 통신순위 결정부는 상기 제3외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고, 상기 통신 개시부는 상기 제3외부기기와 통신을 개시한다.

<33> 상기 제3외부기기와 통신이 개시되는 경우, 상기 큐상태 검색부는 상기 제3외부기와 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제3외부기기의 클래스 파라미터를 변경하고, 상기 통신순위 결정부는, 변경된 상기 클래스 파라미터를 이용하여 상기 제3외부기기의 상기 우선순위값을 업데이트한다.

<34> 한편, 본 발명에 따른 무선 통신 방법은, 복수의 외부기기과 송수신할 소정단위의 데이터 개수를 상기 복수의 외부기기 별로 검색하고, 검색된 상기 데이터 개수에 대응하여 상기 복수의 외부기기 별로 클래스 파라미터를 결정하는 단계; 상기 복수의 외부기기과 송수신하는 통신기회의 양보여부에 따라 상기 복수의 외부기기 별로 양보횟수를 카운팅하여 상기 복수의 외부기기 별로 지연 파라미터를 결정하는 단계; 상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 복수의 외부기기 별로 우선순위값을 산출하고, 상기 우선순위값에 기초하여 상기 복수의 외부기기 중 우선순위 외부기기를 결정하는 단계; 및 결정된 상기 우선순위 외부기기과 상기 데이터를 송수신하도록 통신을 개시하는 단계;를 가지는 것을 특징으로 한다.

<35> 송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제1외부기기의 우선순위값과 상기 복수의 외부기기의 우선순위값 중 최대 우선순위값을 비교하는 단계;를 가지며, 상기 제1외부기기의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 보다 작을 경우, 상기 최대 우선순위값을 가지는 상기 제2외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고, 상기 제2외부기기과 통신을 개시한다.

<36> 상기 제2외부기기과 통신이 개시되는 경우, 상기 클래스 파라미터 결정단계는 상기 제2외부기기과 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제2외부기기의 클래스 파라미터를 변경하며, 상기 지연 파라미터 결정단계는 상기 제2외부기기의 양보횟수를 감소시키고, 상기 제1외부기기의 양보횟수를 증가시켜 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기 각각의 지연 파라미터를 변경한다.

<37> 이에 의해 변경된 상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기의 상기 우선순위값을 각각 업데이트한다.

- <38> 상기 비교단계의 비교결과, 송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제3외부기기의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 이상인 경우, 상기 제3외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고 상기 제3외부기기와 통신을 개시한다.
- <39> 상기 제3외부기기와 통신이 개시되는 경우, 상기 클래스 파라미터 결정단계는 상기 제3외부기기와 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제3외부기기의 클래스 파라미터를 변경하고 이에 의해 상기 제3외부기기의 상기 우선순위값을 업데이트한다.
- <40> 따라서, 라운드 로빈 방식이 일률적으로 같은 전송률을 각 마스터와 슬레이브 쌍마다 할당하므로써 생기는 불필요한 전송률의 할당을 방지하는 효과를 갖으며, 큐 상태 기반 스케줄링 방식의 특정 두 마스터와 슬레이브 쌍으로 인한 전체 성능의 제한과, 형평성 보장을 위한 방안의 복잡성을 극복할 수 있다.
- <41> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- <42> 도 3는 표준적인 패킷의 형태를 도시한 도면이다. 피코넷 내에서 마스터와 슬레이브 사이에 송수신되는 데이터는 패킷단위로 전달된다. 도면을 참조하면, 각 일반적으로 패킷은 3개의 개체 즉; 액세스코드, 헤더, 및 페이로드로 구성된다. 그 밖의 다른 형태의 패킷은 액세스코드만의 형태, 액세스코드 + 헤더의 형태가 있다.
- <43> 패킷은 액세스코드로 시작된다. 액세스코드 다음에 헤더가 오면, 액세스코드는 72비트(bits)의 길이이고, 액세스코드 다음에 헤더가 없는 경우에 액세스코드는 68비트의 길이가 된다. 액세스코드는 피코넷 내의 채널로 교환되는 모든 패킷을 식별한다.

- <44> 헤더는 LC(Link Controller) 정보를 포함하며, AM_ADDR(Active Member Address), TYPE, FLOW, ARQN(Automatic Repeat reQuest Number), SEQN(Sequential Numbering scheme), 및 HEC(Header-Error-Check)의 6개의 필드로 구성된다.
- <45> AM_ADDR는 하나의 마스터에 복수의 슬레이브가 접속된 경우, 피코넷 내에 참여하는 활성 멤버들을 식별한다. TYPE은 패킷이 SCO(Synchronous Connection Oriented link) 또는 ACL(Asynchronous Connectionless Link) 중의 어디로 전송되는 패킷인지를 결정한다. 또한, TYPE은 SCO 패킷의 타입이나 ACL 패킷의 타입이 수신되었는지를 결정할 수도 있다. FLOW는 ACL 링크의 패킷의 흐름을 제어하는데 사용한다. ARQN은 패로드의 성공적인 전송을 소스로 알리는데 사용한다. 수신이 성공이면, ACK(Acknowledge : ARQN = 1)가 리턴되고, 아니면 NAK(NRQN = 0)가 리턴된다. SEQN은 데이터 패킷 스트림의 연속적인 넘버링(numbering) 방법을 제공한다. HEC는 헤더의 완전성을 검사한다.
- <46> 패로드는 동기 음성필드와 비동기 데이터필드로 구분되며, ACL 패킷은 데이터 필드만을 가지고 SCO 패킷은 음성필드만을 가진다. 패로드는 패로드 헤더가 구비된다. 패로드 헤더는 패로드의 길이에 대한 정보를 갖는다.
- <47> 도 4는 본 발명에 따른 피코넷으로 구성된 근거리 무선 통신 시스템을 개략적으로 도시한 도면이다. 무선 통신 시스템(40a, 40b, 40c, 40d)는 각각 큐상태 검색부(41), 카운터(43), 통신순위 결정부(45), 비교부(47), 및 통신 개시부(49)를 구비한다.
- <48> 큐상태 검색부(41)는, 슬레이브로 동작되는 복수의 다른 무선 통신 시스템(40b, 40c, 40d)과 송수신되는 패킷단위 데이터에 구비된 큐(queue) 상태를 검색한다. 여기서, 큐 상태는 패킷의 패로드 헤더의 여유비트(reserved bit)를 이용하여 교환된다. 큐는 프로세싱을 위하여 완충부에 대기하고 있는 데이터의 대기열을 말하며, 큐 상

태정보는 대기하고 있는 데이터의 대기열 상태정보 즉, 대기중인 데이터의 길이에 대한 정보를 말한다.

<49> 카운터(43)는, 큐상태 검색부(41)에서 검색된 각각의 마스터와 슬레이브 쌍의 큐 상태 기판 스케줄링 방식에 기초하여 데이터 전송 기회를 양보하거나 양보받은 횟수 (D1,D2,D3)를 각각 카운트한다. 예컨대, 라운드 로빈 방식으로 통신되는 순서는 마스터 (40a)-슬레이브1(40b), 마스터(40a)-슬레이브2(40c), 마스터(40a)-슬레이브3(40d)를 가지며, 큐 상태 기반 스케줄링방식에 의한 우선순위는 마스터(40a)-슬레이브2(40c), 마스터(40a)-슬레이브1(40b), 마스터(40a)-슬레이브3(40d)인 경우, 도 5에 도시된 바와 같이, 클래스 100%인 마스터(40a)-슬레이브2(40c)가 데이터를 송수신한 다음, 큐 상태 기반 스케줄링 방식에 의해 클래스 75%인 마스터(40a)-슬레이브1(40b)가 데이터를 송수신하게 된다. 이때, 라운드 로빈 폴링방식에 따르면 마스터(40a)-슬레이브2(40c)가 데이터를 송수신한 다음에는 마스터(40a)-슬레이브3(40d)가 데이터를 송수신해야 하는데, 마스터(40a)-슬레이브 1(40b)가 데이터를 송수신 했으므로, 마스터(40a)-슬레이브3(40d)는 통신기회를 양보했으며, 마스터(40a)-슬레이브1(40b)은 통신기회를 양보받게 된 것이다. 따라서, 마스터(40a)-슬레이브3(40d)의 D3 값은 1++ 하고, 마스터(40a)-슬레이브 1(40b)의 D1 값은 1--한다.

<50> 통신순위 결정부(45)는 큐상태 검색부(41)에서 검색된 마스터(40a)와 슬레이브 (40b, 40c, 40d) 쌍의 큐 상태 및 카운터(43)에서 카운팅된 통신기회 양보횟수 (D1,D2,D3)에 기초하여 각각의 마스터(40a)와 슬레이브(40b, 40c, 40d) 쌍에 대한 통신 우선 순위를 결정한다. 통신 우선 순위는 다음의 수학적 식 1에 의해 산출된 우선순위값 (P1, P2, P3)의 크기에 대응하여 결정된다.

<51> 【수학식 1】 $P = \alpha T + (1 - \alpha) D$

<52> 수학식 1의 파라미터 T는 큐상태 검색부(41)에서 검색된 마스터와 슬레이브 쌍의 큐 상태에 의해 결정된 클래스(예컨데, 100%, 75%, 50%)에 대응하는 파라미터이며, 이하에서는 '클래스 파라미터'라고 한다. 파라미터 D는 카운터(43)에 의해 각각의 마스터와 슬레이브 쌍의 통신기회 양보횟수에 대응하는 파라미터이며, 이하에서는 '지연 파라미터'라 한다. α 는 파라미터 T와 D에 대한 시스템 성능에 대한 가중치를 나타내는 파라미터이다. 즉, α 가 작으면 지연/형평성의 측면의 성능을 보다 고려하여 우선순위를 할당하게 된다.

<53> 비교부(47)는 현재 데이터가 송수신이 진행되는 마스터와 슬레이브 쌍의 우선순위값(P)과 전체 마스터와 슬레이브 쌍에 대해 최대 우선순위값을 비교한다.

<54> 통신 개시부(49)는 통신순위 결정부(45)에 의해 결정된 우선순위값(P1, P2, P3)에 서 대응하여 우선순위값이 큰 순서대로 마스터와 슬레이브 쌍간의 통신을 개시한다.

<55> 도 6은 본 발명에 따른 무선 통신 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 5는 큐 상태 기반 스케줄링 방식에 의한 데이터의 송수신을 보여주는 도면이다. 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

<56> 먼저, 마스터(40a)의 큐상태 검색부(41)는 각 마스터와 슬레이브 쌍의 큐상태를 검색하여 클래스를 결정한다. 예컨데, 마스터(40a)는 슬레이브1(40b)에 전송할 패킷의 수(도 5를 참조하면, 3개의 패킷)를 검색하고, 동시에 슬레이브1(40b)에 마스터(40a)로 전송할 패킷의 수(도 5를 참조하면, 1개의 패킷)에 대한 큐상태 정보를 요청한다. 이와 같은 방식으로 큐상태 검색부(41)는 각 마스터와 슬레이브 쌍의 큐상태를 검색하고, 검색

된 큐상태에 대응하여 클래스 파라미터 T_1, T_2, T_3 을 결정한다. 예컨데, 도 5를 참조할 때, 마스터(40a)-슬레이브1(40b), 마스터(40a)-슬레이브2(40c), 및 마스터(40a)-슬레이브3(40d)의 클래스는 100%, 75%, 25%가 되며 이에 대응하여 T_1, T_2, T_3 값을 결정한다.

<57> 또한, 카운터(43)에서는 큐상태 기반 스케줄링 방식에 따라서 마스터(40a)-슬레이브1(40b), 마스터(40a)-슬레이브2(40c), 및 마스터(40a)-슬레이브3(40d) 간의 통신기회를 양보한 양보한 횟수나, 양보받은 횟수를 카운팅하여 각 마스터와 슬레이브 쌍에 대해 지연 파라미터 D_1, D_2, D_3 를 결정한다.

<58> 이와 같이, 큐상태 검색부(41) 및 카운터(43)에 의해 얻어진 수율(throughput)을 고려한 클래스 파라미터 T 와 형평성을 고려한 지연 파라미터 D 를 이용하여 수학적 식 1에 의해 각각의 마스터와 슬레이브 쌍에 대한 우선순위값(P)을 산출한다. 즉, 마스터(40a)-슬레이브1(40b), 마스터(40a)-슬레이브2(40c), 및 마스터(40a)-슬레이브3(40d)의 우선순위값 P_1, P_2, P_3 를 산출한다.

<59> 예컨데, 산출된 우선순위값 P_1, P_2, P_3 의 크기가 $P_1 > P_2 > P_3$ 인 경우를 예로하여 이하에서 각 마스터와 슬레이브 쌍 간의 고수율 및 형평성을 보장하여 최적의 통신 우선순위를 결정하는 방법을 도 6을 참조하여 상세하게 설명한다.

<60> 각각 마스터와 슬레이브 쌍은 매 슬롯마다 라운드 로빈 방식으로 우선순위값 P_1, P_2, P_3 를 비교한다. 예컨데, 라운드 로빈 방식에 의해 마스터(40a)와 슬레이브 2(40c)간의 데이터 전송 순서가 된 경우, 비교부(55)는 마스터(40a)와 슬레이브 2(40c)의 우선순위값 $P_2(=P_i)$ 과 최대 우선순위값 $P_1(=P_{max})$ 을 비교한다(S611).

- <61> 비교결과 현재 마스터(40a)와 슬레이브2(40c)의 우선순위값 P2가 최대 우선순위값 P1 보다 작으면(S613), 통신순위 결정부(45)는 우선순위에 따라서 최대 우선순위값 P1을 가지는 마스터(40a)와 슬레이브1(40b) 간의 데이터 전송을 우선순위로 결정한다.
- <62> 이에 의해 통신 개시부(47)는 마스터(40a)와 슬레이브1(40b) 간의 데이터를 송수신 하고, 데이터가 송수신됨에 따라서 마스터(40a)와 슬레이브1(40b)의 큐 상태는 변한다. 따라서, 큐상태 검색부(41)에서는 변한 마스터(40a)와 슬레이브(40b)의 큐 상태에 대응 하는 클래스 파라미터 $T1(=T_{max})$ 을 변경한다(S615).
- <63> 또한, 카운터(43)는 데이터 송수신이 개시된 최대 우선순위값 P1을 가지는 마스터 (40a)와 슬레이브1(40b)의 양보횟수 $D1(=D_{max})$ 값을 1-- 감소시키고, 데이터 통신기회를 양보한 마스터(40a)와 슬레이브2(40c)의 양보횟수 $D2(=D_i)$ 값을 1++ 증가시킨다 (S617).
- <64> 다음, 통신순위 결정부(45)는 마스터(40a)와 슬레이브1(40b)의 감소된 D1 과 변경 된 T1을 이용하여 우선순위값 $P1(=P_{max})$ 을 업데이트하고, 마스터(40a)와 슬레이브 2(40c)의 증가된 D2를 이용하여 마스터(40a)와 슬레이브2(40c)의 우선순위값 $P2(=P_i)$ 또한 , 업데이트 한다(S619).
- <65> 반면, 비교단계(S611 내지 613)에서 최대 우선순위값 P1 이상의 우선순위값을 가지는 마스터와 슬레이브 쌍, 예컨대, 마스터(40a)와 슬레이브1(40b) 쌍이 전송 순서가 되면, 통신순위 결정부(45)는 우선순위에 따라서 마스터(40a)와 슬레이브1(40b) 간의 데이터 전송을 결정하며, 이에 의해 통신 개시부(47)는 마스터(40a)와 슬레이브1(40b) 간의 데이터를 송수신한다(S621). 따라서, 큐상태 검색부(41)에서는 변환된 마스터(40a)와 슬

레이브(40b)의 큐 상태에 대응하는 클래스 파라미터 $T1(= T_i)$ 을 변경하고, 통신순위 결정부(45)는 변경된 파라미터 $T1$ 에 따라서 우선순위 값 $P1(= P_i)$ 을 업데이트한다(S623).

<66> 이 후, 마스터(40a)는 다음에 송수신되는 패킷에 대하여 상기와 동일한 동작을 수행한다(S631).

<67> 이상과 같은 방법으로 마스터와 슬레이브 쌍 간의 우선순위를 결정하여 보다 수율 및 형평성이 보장되는 전송방식을 얻을 수 있다.

<68> 제안된 우선순위를 결정하는 방식을 검증하기 위해 하나의 마스터와 5개의 슬레이브가 연결된 피코넷에 대해 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 각 마스터와 슬레이브 쌍의 데이터 트래픽은 표 1과 같다.

<69> 【표 1】

	M1	S1	M2	S2	M3	S3	M4	S4	M5	S5
Process	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MMPP	MMPP	MMPP	MMPP
Arrival rate (transition rate)	0.2	0.2	0.19	0.01	0.01	0.19	0.39 /0.01 (0.01)	0.39 /0.01 (0.01)	0.39 /0.01 (0.01)	0.39 /0.01 (0.01)

<70> 표 1에서 마스터와 슬레이브 쌍 1, 2, 3은 포아송 과정(Poisson process, MP)을 통해 트래픽이 생성되며, 마스터와 슬레이브 쌍 4, 5는 이진 상태 MMPP(two-state Markov Modulated Poisson Process)에 의해 트래픽이 발생된다. 시뮬레이션을 통해 수율(throughput)과 형평성 측면에서의 성능을 평가하였으며, 형평성은 평균적인 폴링(polling) 횟수보다는 실질적인 서비스 횟수를 통해 평가하기 위해 각 마스터와 슬레이브 쌍들의 수율간의 분산(variance)을 통해 측정하였다.

- <71> 클래스(T)는 두가지 경우를 가정하였다. 첫 번째로 각 클래스마다 가중치의 차이를 지수적으로 $T = 16t, 8t, 4t, 2t, 1$ 할당한 경우와, 두 번째로 각 클래스마다 가중치의 차이를 선형적으로 $T = 5t, 4t, 3t, 2t, 1$ 할당한 경우에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.
- <72> 이 두가지의 경우는 각 마스터와 슬레이브 쌍의 데이터 트랙픽 발생에 따른 클래스(T)의 변화가 우선순위값(P)에 미치는 형상이 서로 다르다.
- <73> 첫 번째로, 도 7a 및 도 7b는 각 클래스마다의 가중치의 차이를 지수적($T = 16t, 8t, 4t, 2t, 1$)으로 할당한 경우에 대한 시뮬레이션 결과로서, 도 7a는 수율(throughput), 도 7b는 분산(variance)에 대한 시뮬레이션 결과이다. 여기서, x축은 t 이고, y축은 α 이고, z축은 도 7a 및 도 7b에 대해 수율(throughput) 및 분산(variance)을 나타낸 것이다. 일반적으로 수율은 클 수록 성능이 우수하며, 분산은 작을 수록 성능이 우수하다.
- <74> 도 7a 및 도 7b를 참조할 때, 클래스의 변화를 지수적으로 준 경우는, 각 마스터와 슬레이브 쌍의 링크 사용 빈도가 변화함에 따라 우선순위값의 변화가 상대적으로 크므로 큐 상태 변화에 우선순위값이 빠르게 반응하지만 지연 파라미터가 우선순위 결정에 크게 반영되지 못한다. 따라서, 클래스 마다 가중치의 차이가 지수적으로 할당되어 클래스의 변화가 큰 경우에는 $\alpha = 0.6, t = 10$ 에서 수율 및 형평성이 가장 우수한 성능을 보인다.
- <75> 두 번째로, 도 8a 및 도 8b는 각 클래스마다의 가중치의 차이를 선형적($T = 5t, 4t, 3t, 2t, 1$)으로 할당한 경우에 대한 시뮬레이션 결과이다. 도 8a 및 도 8b를 참조할 때, 클래스의 변화를 선형적으로 준 경우는, 큐 상태 변화에는 민감하게 반응하지 않지

만 상대적으로 지연 파라미터에 대해 비중이 크다고 할 수 있다. 이에 의해 첫번째의 경우인 지수적인 차이를 준 경우에 비해 상대적으로 높은 t 와 α 값에서 최적의 성능을 보이게 된다. 즉, $\alpha = 0.7$, $t = 20$ 인 경우에 수율 및 형평성에서 가장 우수한 성능을 보인다.

<76> 따라서, 어플리케이션(application)마다 특성에 적합한 α 를 적용하여 전체적인 성능의 향상을 도모할 수 있다. 예를 들어, 폴링 주기(polling interval)가 긴 경우 α 를 상대적으로 작은 값으로 설정하고, 짧은 경우에는 상대적으로 큰 값을 설정하여 폴링 주기와 같은 무선 통신 시스템의 QoS 파라미터들을 제안된 알고리즘의 파라미터에 대응시킴으로써 시스템의 전반의 성능을 제어하는 것이 가능하다.

【발명의 효과】

<77> 본 발명에 따르면, 첫째, 라운드 로빈 방식이 일률적으로 같은 전송률을 각 마스터와 슬레이브 쌍마다 할당하므로써 생기는 불필요한 전송률의 할당을 방지하는 효과를 갖는다. 둘째, 큐 상태 기반 스케줄링 방식의 특정 두 마스터와 슬레이브 쌍으로 인한 전체 성능의 제한과, 형평성 보장을 위한 방안의 복잡성을 극복할 수 있다.

<78> 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

복수의 외부기기와 송수신할 소정단위의 데이터 개수를 상기 복수의 외부기기 별로 검색하고, 검색된 상기 데이터 개수에 대응하여 상기 복수의 외부기기 별로 클래스 파라미터(T)를 결정하는 큐상태 검색부;

상기 복수의 외부기기와 송수신하는 통신기회의 양보여부에 따라 상기 복수의 외부기기 별로 양보횟수를 카운팅하여 상기 복수의 외부기기 별로 지연 파라미터(D)를 결정하는 카운터;

상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 복수의 외부기기 별로 우선순위값(P)을 산출하고, 상기 우선순위값에 기초하여 상기 복수의 외부기기 중 우선순위 외부기기를 결정하는 통신순위 결정부; 및

결정된 상기 우선순위 외부기기와 상기 데이터를 송수신하도록 통신을 개시하는 통신 개시부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 통신순위 결정부는, 다음의 식에 의해 상기 우선순위값을 산출하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템:

$$P = \alpha T + (1 - \alpha) D$$

여기서, α 는 가중치임.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제1외부기기의 우선순위값과 상기 복수의 외부기기의 우선순위값 중 최대 우선순위값을 비교하는 비교부;를 더 포함하며,

상기 제1외부기기의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 보다 작을 경우, 상기 통신순위 결정부는 상기 최대 우선순위값을 가지는 상기 제2외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고, 상기 통신 개시부는 상기 제2외부기기와 통신을 개시하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

【청구항 4】

제 3항에 있어서,

상기 제2외부기기와 통신이 개시되는 경우,

상기 큐상태 검색부는 상기 제2외부기기와 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제2외부기기의 클래스 파라미터를 변경하며,

상기 카운터는 상기 제2외부기기의 양보횟수를 감소시키고, 상기 제1외부기기의 양보횟수를 증가시켜 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기 각각의 지연 파라미터를 변경하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

【청구항 5】

제 3항에 있어서,

변경된 상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 통신순위 결정부는 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기의 상기 우선순위값을 각각 업데이트하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

【청구항 6】

제 3항에 있어서,

상기 비교부의 비교결과,

송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제3외부기기의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 이상인 경우,

상기 통신순위 결정부는 상기 제3외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고, 상기 통신 개시부는 상기 제3외부기기와 통신을 개시하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

【청구항 7】

제 3항에 있어서,

상기 제3외부기기와 통신이 개시되는 경우,

상기 큐상태 검색부는 상기 제3외부기기와 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제3외부기기의 클래스 파라미터를 변경하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

【청구항 8】

제 3항에 있어서,

변경된 상기 클래스 파라미터를 이용하여 상기 통신순위 결정부는,

상기 제3외부기기의 상기 우선순위값을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

【청구항 9】

복수의 외부기기와 송수신할 소정단위의 데이터 개수를 상기 복수의 외부기기 별로 검색하고, 검색된 상기 데이터 개수에 대응하여 상기 복수의 외부기기 별로 클래스 파라미터를 결정하는 단계;

상기 복수의 외부기기와 송수신하는 통신기회의 양보여부에 따라 상기 복수의 외부기기 별로 양보횟수를 카운팅하여 상기 복수의 외부기기 별로 지연 파라미터를 결정하는 단계;

상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 복수의 외부기기 별로 우선순위값을 산출하고, 상기 우선순위값에 기초하여 상기 복수의 외부기기 중 우선순위 외부기기를 결정하는 단계; 및

결정된 상기 우선순위 외부기기와 상기 데이터를 송수신하도록 통신을 개시하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 우선순위 외부기기 결정단계에서는 다음의 식에 의해 상기 우선순위값을 산출하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법:

$$P = \alpha T + (1 - \alpha) D$$

여기서, α 는 가중치임.

【청구항 11】

제 9항에 있어서,

송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제1외부기기의 우선순위값과 상기 복수의 외부기기의 우선순위값 중 최대 우선순위값을 비교하는 단계;를 더 포함하며,

상기 제1외부기기의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 보다 작을 경우, 상기 최대 우선순위값을 가지는 상기 제2외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고, 상기 제2외부기기와 통신을 개시하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법.

【청구항 12】

제 11항에 있어서,

상기 제2외부기기와 통신이 개시되는 경우,

상기 클래스 파라미터 결정단계는 상기 제2외부기기와 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제2외부기기의 클래스 파라미터를 변경하며,

상기 지연 파라미터 결정단계는 상기 제2외부기기의 양보횟수를 감소시키고, 상기 제1외부기기의 양보횟수를 증가시켜 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기 각각의 지연 파라미터를 변경하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법.

【청구항 13】

제 11항에 있어서,

변경된 상기 클래스 파라미터와 상기 지연 파라미터를 이용하여 상기 우선순위 외부기기 결정단계에서는 상기 제1외부기기 및 상기 제2외부기기의 상기 우선순위값을 각각 업데이트하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법.

【청구항 14】

제 11항에 있어서,

상기 비교단계의 비교결과,

송수신되는 상기 데이터에 대응하는 제3외부기기의 우선순위값이 상기 최대 우선순위값 이상인 경우,

상기 제3외부기기를 상기 우선순위 외부기기로 결정하고, 상기 제3외부기기와 통신을 개시하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법.

【청구항 15】

제 11항에 있어서,

상기 제3외부기기와 통신이 개시되는 경우,

상기 클래스 파라미터 결정단계는 상기 제3외부기기와 송수신되는 상기 데이터의 개수를 검색하여 상기 제3외부기기의 클래스 파라미터를 변경하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법.

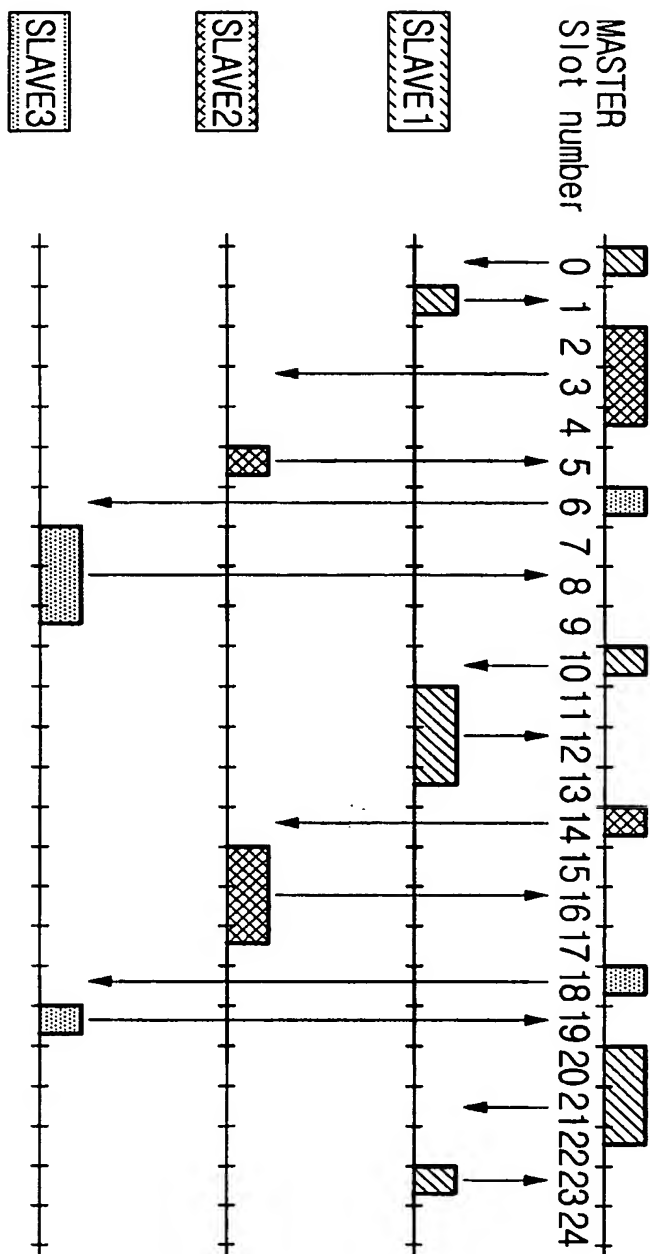
【청구항 16】

제 11항에 있어서,

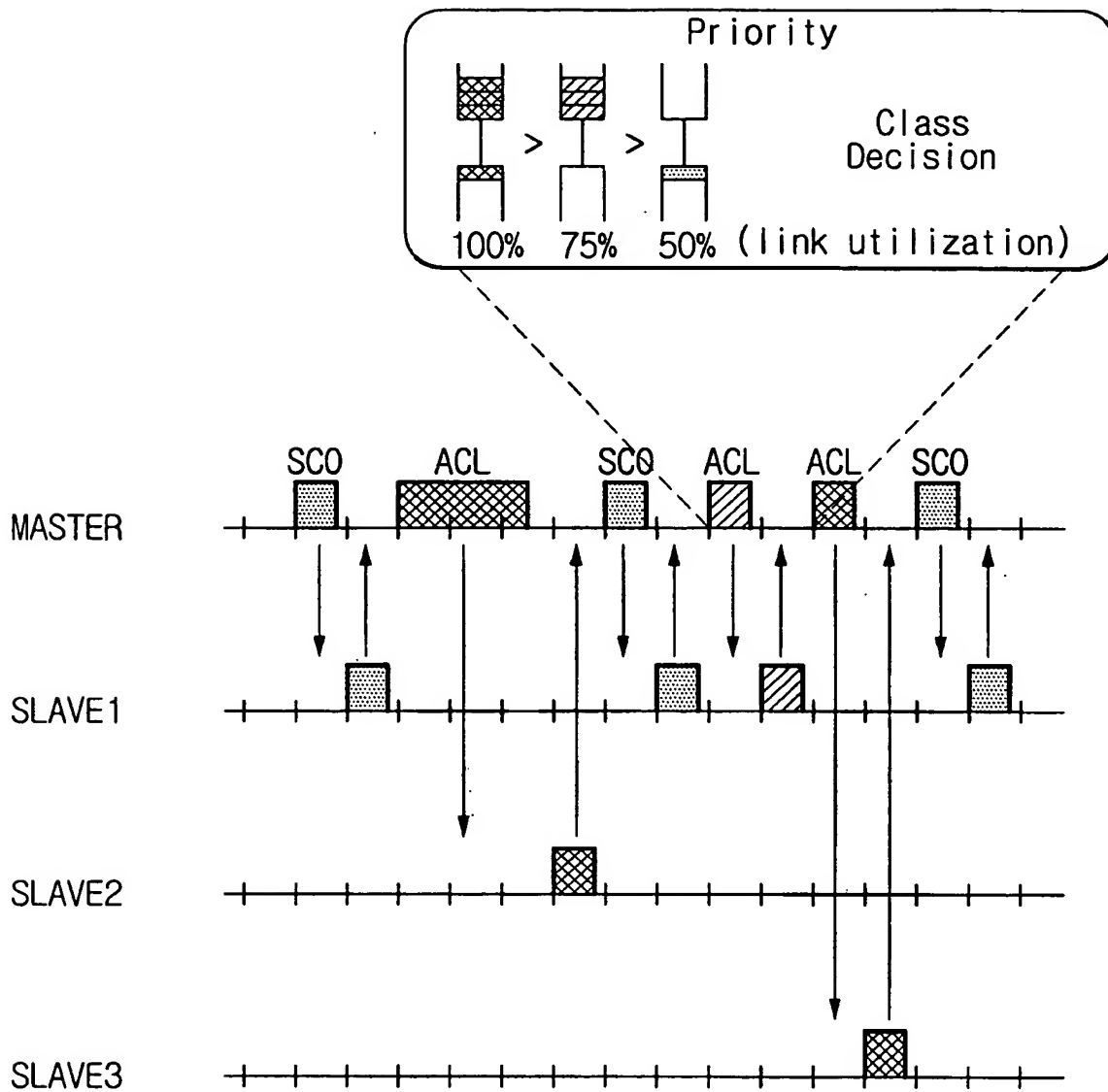
변경된 상기 클래스 파라미터를 이용하여 상기 우선순위 외부기기 결정단계는, 상기 제3외부기기의 상기 우선순위값을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 방법.

【도면】

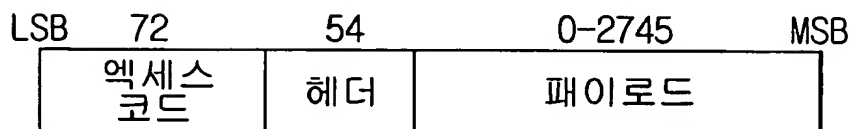
【도 1】



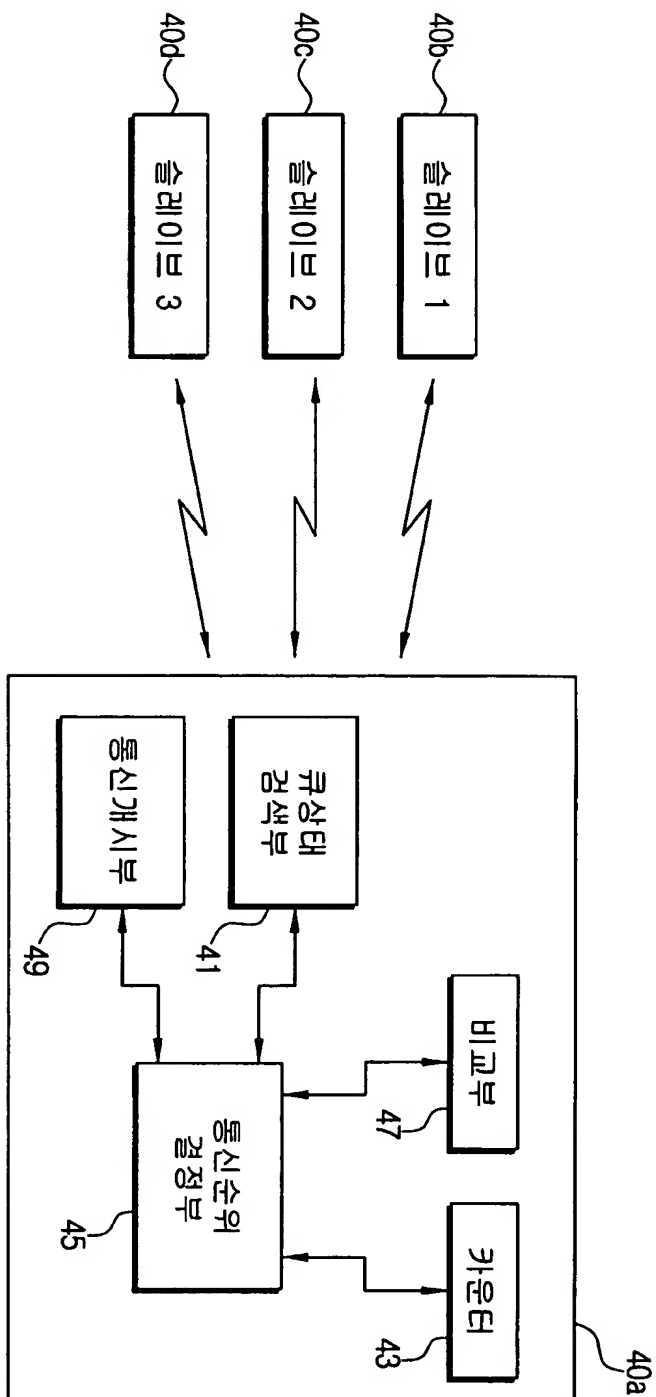
【도 2】



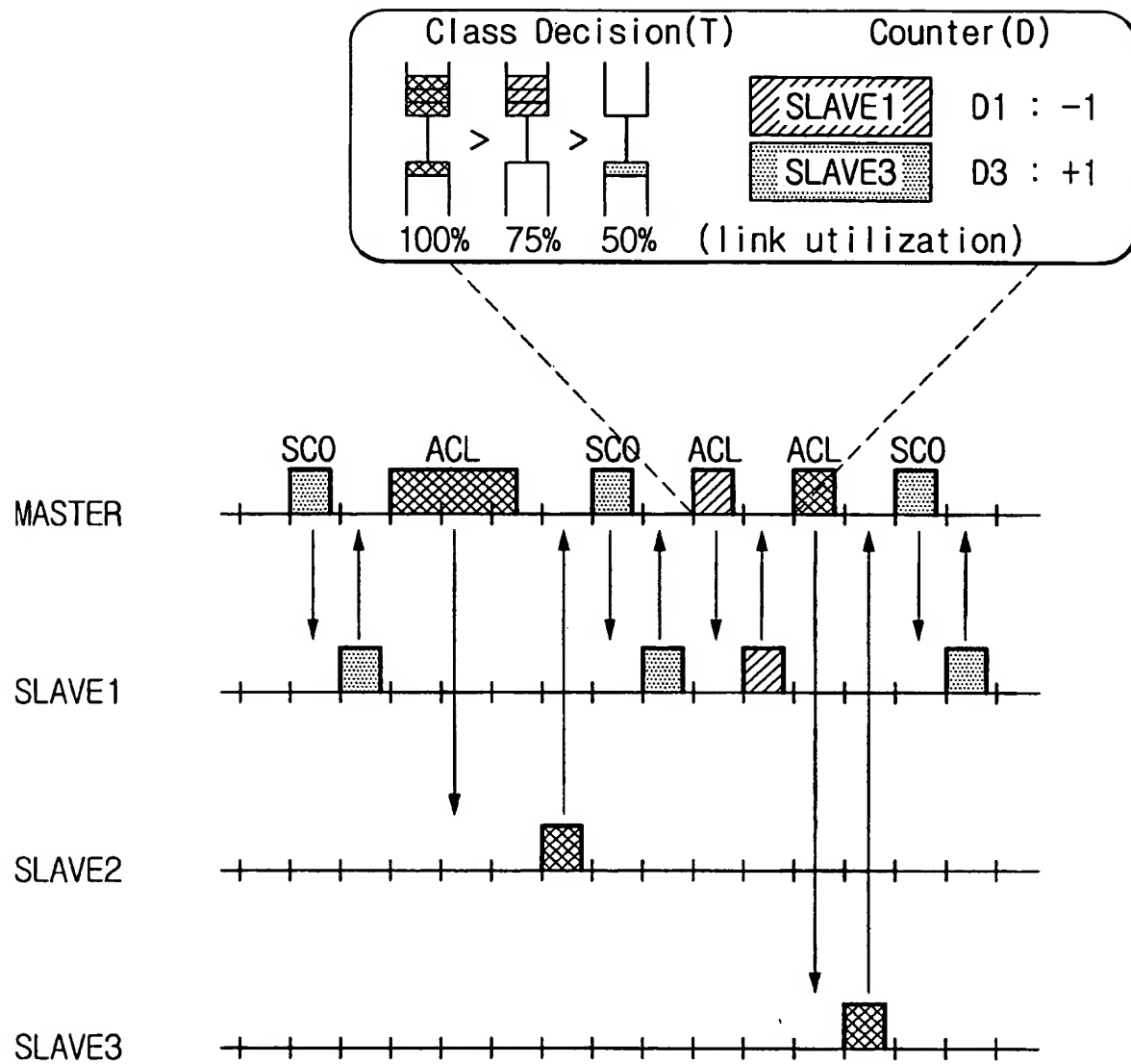
【도 3】



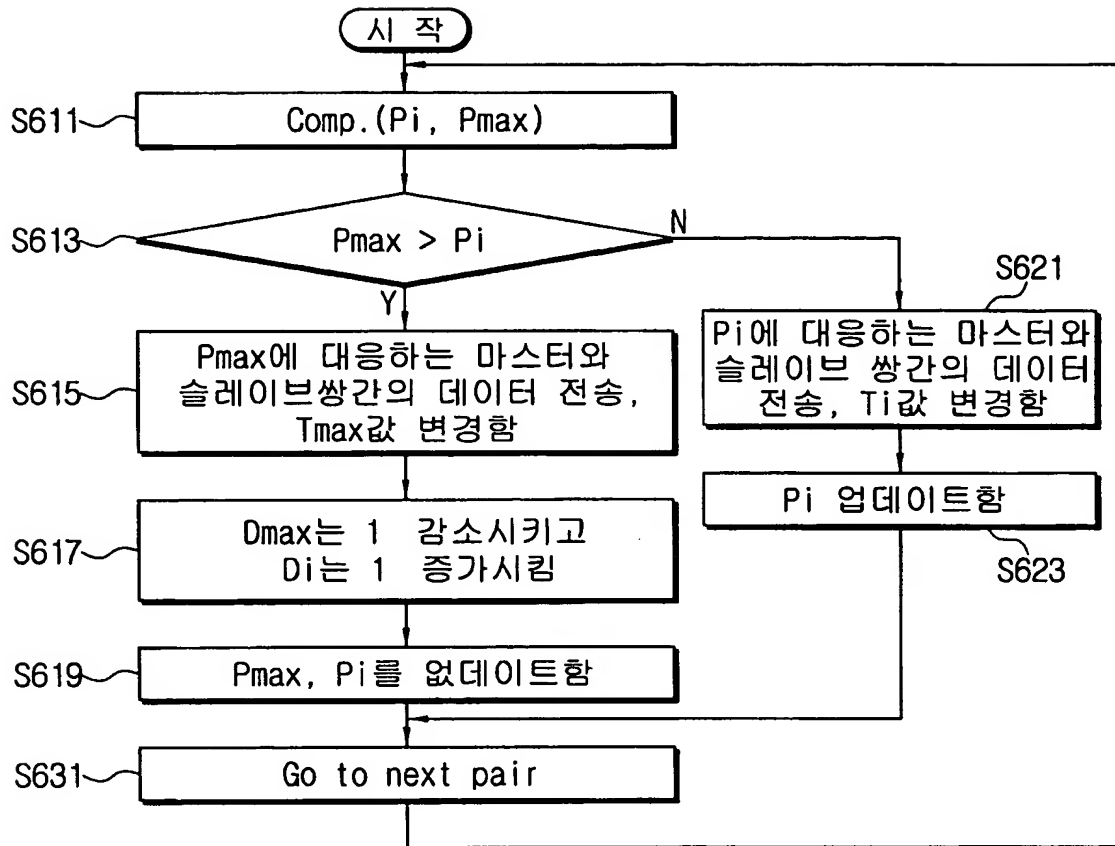
【도 4】



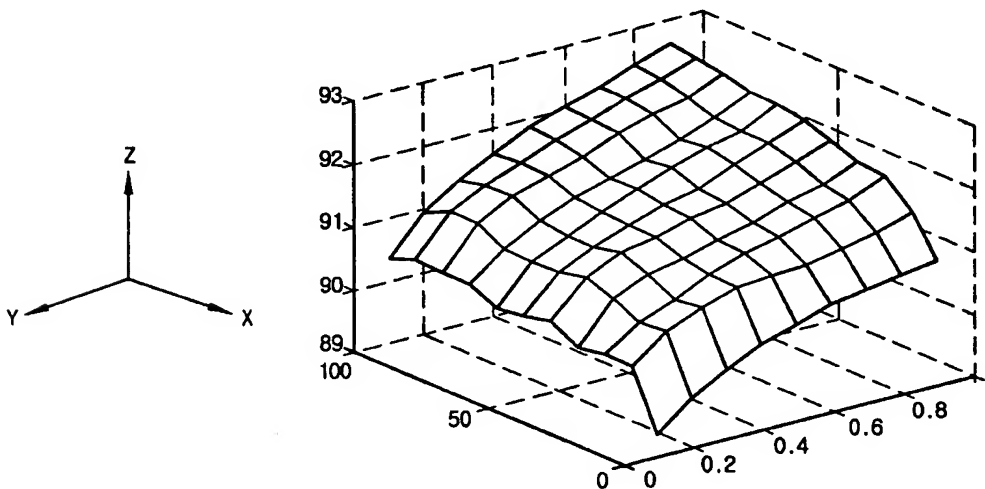
【도 5】



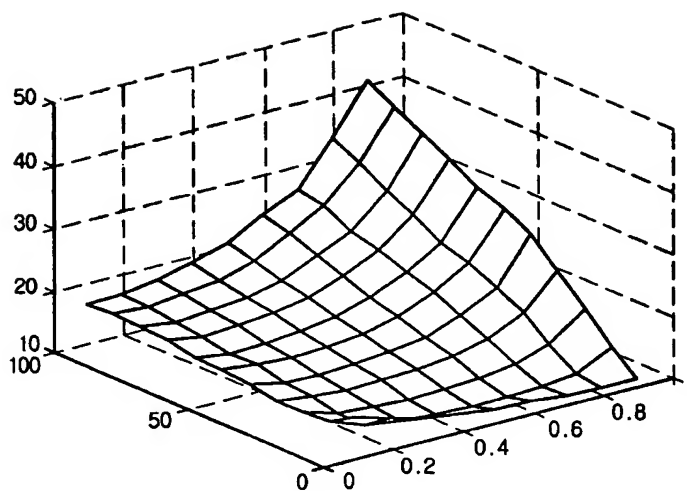
【도 6】



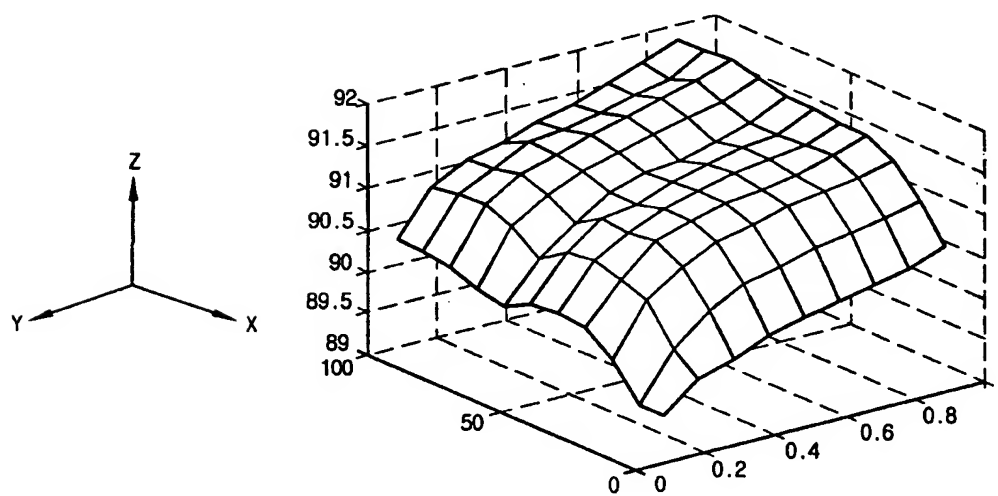
【도 7a】



【도 7b】



【도 8a】



【도 8b】

